

ESTIMASI BEBAN EMISI SO₂ DAN NO_x DARI KEGIATAN INDUSTRI DI KARANG PILANG SURABAYA

Rachmanu Eko Handriyono¹, Maritha Nilam Kusuma

Teknik Lingkungan-ITATS, Jl. Arief Rahman Hakim 100 Surabaya¹

e-mail: handriyono.rachmanu@gmail.com

ABSTRACT

The rapid industrial development in Surabaya City has an impact on the increase of energy consumption. Energy consumption increased indirectly potentially lead to a decrease in air quality. The exhaust gases of industrial activity give rise to emissions that can lead to decreased air quality. Pollutant gases produced from industrial activities, among others, is SO₂ and NO_x. This research calculates SO₂ and NO_x emission load from industrial activities in Karang Pilang Surabaya. Industry data such as fuel or energy consumption and emission producing production equipment comes from the Environment Agency of Surabaya. This study took 21 samples of industrial location in Karang Pilang Surabaya. The result shows that total SO₂ emission load from industrial activity in Karang Pilang Surabaya is 247,45 tons/year and NO_x is 99,56 tons/year. Energy consumption in the form of electricity is the biggest SO₂ emitter in the Industrial Estate of Karang Pilang Surabaya with 126,79 tons/year, while NO_x emissions are mostly generated from energy consumption in the form of coal which is 54,66 tons/year.

Kata kunci: air quality, emission load, energy consumption

ABSTRAK

Perkembangan industri di Kota Surabaya yang begitu pesat berdampak pada meningkatnya konsumsi energi. Peningkatan konsumsi energi secara tidak langsung berpotensi menyebabkan penurunan kualitas udara. Gas buang sisa kegiatan industri menimbulkan emisi yang dapat mengakibatkan kualitas udara menurun. Gas polutan yang dihasilkan dari kegiatan industri antara lain adalah SO₂ dan NO_x. Penelitian ini menghitung beban emisi SO₂ dan NO_x dari kegiatan industri di Karang Pilang Surabaya. Data industri berupa bahan bakar atau konsumsi energi dan peralatan produksi penghasil emisi berasal dari Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. Penelitian ini mengambil 21 sampel lokasi industri di Karang Pilang Surabaya. Hasil penelitian menunjukkan total beban emisi SO₂ dari kegiatan industri di Karang Pilang Surabaya adalah 247,45 ton/tahun dan NO_x adalah 99,56 ton/tahun. Konsumsi energi berupa listrik merupakan penghasil emisi SO₂ terbesar di Kawasan Industri Karang Pilang Surabaya dengan 126,79 ton/tahun, sedangkan emisi NO_x lebih banyak dihasilkan dari konsumsi energi berupa batu bara yaitu sebesar 54,66 ton/tahun.

Kata kunci: beban emisi, konsumsi energi, kualitas udara

PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan salah satu faktor besar terhadap penurunan kualitas udara di perkotaan. Pencemaran udara adalah kehadiran materi yang tidak diinginkan di udara dalam jumlah cukup besar yang dapat memberikan efek yang berbahaya [1]. Pencemaran udara mempunyai dampak yang sangat merugikan bagi lingkungan dan kesehatan manusia [2]. Dalam beberapa tahun terakhir pencemaran udara menjadi masalah serius karena peningkatan gas polutan yang sangat pesat setiap harinya [3].

Kota Surabaya merupakan kota yang mempunyai perkembangan pembangunan yang pesat di berbagai aspek termasuk kegiatan industri. Gas buang dari kegiatan industri dapat menimbulkan emisi yang merupakan penyebab dari penurunan kualitas udara [4]. Gas buang industri berasal dari bahan bakar produksi [5]. Penggunaan bahan bakar fosil merupakan penyebab utama pencemaran udara dan emisi gas rumah kaca di bumi [6]. Kegiatan industri tersebut menghasilkan gas buang seperti SO₂ dan NO_x. Gas SO₂ dan NO_x dapat menyebabkan

gangguan kesehatan seperti kerusakan kardiovaskular [7]. Selain itu, gas SO₂ dan NO_x merupakan salah satu polutan penting yang menyebabkan hujan asam [8].

Beban emisi merupakan jumlah (massa) pencemar yang keluar dari sumber, baik sumber titik (*point source*), garis (*line source*), maupun area (*area source*). Penelitian ini melakukan perhitungan beban emisi gas SO₂ dan NO_x dari kegiatan industri (*point source*) di Karang Pilang Surabaya. Data industri berupa bahan bakar atau konsumsi energi dan peralatan produksi penghasil emisi berasal dari Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara memuat tentang ketentuan mengenai kegiatan inventarisasi potensi sumber pencemar udara atau inventarisasi emisi. Penelitian ini bertujuan mendapatkan emisi gas SO₂ dan NO_x dari kegiatan industri di Karang Pilang Surabaya. Harapannya data emisi tersebut bisa digunakan untuk mengevaluasi status kualitas udara terkait dengan baku mutu yang telah ditetapkan, menetapkan lokasi pemantauan udara ambien, dan menentukan target penurunan emisi dengan cara yang lebih efektif dan tepat sasaran.

TINJAUAN PUSTAKA

Pencemaran udara merupakan suatu masalah besar di kebanyakan kota di dunia karena efeknya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia [9]. Hal ini disebabkan terutama oleh adanya konsumsi energi yang digunakan di dalam industri dan transportasi meski kontribusi alam juga menyokong melalui kejadian seperti letusan gunung berapi dan kebakaran hutan. Sumber pencemar udara bisa berasal dari kendaraan bermotor, industri, generator listrik, kebakaran hutan, atau pembakaran sektor pertanian [10]. Di banyak negara berkembang seperti Indonesia, emisi polutan udara yang berasal dari kegiatan industri dan transportasi semakin meningkat sebagai suatu konsekuensi terhadap meningkatnya pembakaran bahan bakar fosil. Emisi merupakan zat atau energi yang keluar dari sumber pencemar dan masuk ke dalam udara ambien. Perhitungan beban emisi menggunakan persamaan (1) dan (2).

$$Q = \sum_a \left(Fuel_a \times EF_a \right) \quad \text{.....(1)}$$

$$Q = \sum_a \left(Fuel_a \times EF_a \right) \times \left(\frac{(100 - CE)}{100} \right) \quad \text{.....(2)}$$

Keterangan:

Q = beban emisi (ton/tahun atau)

Fuel = jumlah bahan bakar yang digunakan atau konsumsi energi (L/s)

EF = faktor emisi (g/L)

CE = efisiensi pengendalian zat pencemar udara

Faktor emisi merupakan nilai rata-rata suatu parameter pencemar udara yang dikeluarkan sumber spesifik. Faktor emisi untuk tiap parameter dan tiap aktivitas bisa berbeda. Faktor emisi dapat dipengaruhi oleh jenis alat dan teknologi alat. Faktor-faktor ini biasanya dinyatakan sebagai berat polutan dibagi dengan satuan berat, volume, jarak, atau lamanya aktivitas yang dapat mengeluarkan polutan [11]. Tabel 1 merupakan faktor emisi dari pemakaian listrik dan bahan bakar.

Tabel 1. Faktor Emisi dari Pemakaian Listrik dan Pemakaian Bahan Bakar [12]

Polutan	Listrik (kg/kwh)	Batu Bara (kg/1000kg)	Gas Alam (kg/1000m3)	Solar (kg/1000L)
SO ₂	0,00389	12,9	0,0000101	4,79
NO _x	0,00136	5,97	0,00178	0,768

METODE

Studi ini melakukan perhitungan beban emisi dari kegiatan industri di Karang Pilang Surabaya. Parameter pencemar udara pada studi ini adalah gas SO₂ dan NO_x. Data industri berupa bahan bakar atau konsumsi energi dan peralatan industri penghasil emisi berasal dari Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. Perhitungan beban emisi menggunakan faktor emisi dari NREL (*National Renewable Energy Laboratory*) USA. Data konsumsi energi industri dan faktor emisi kemudian ditransformasikan ke dalam persamaan (1) dan (2).

Adapun batasan studi ini adalah melakukan perhitungan beban emisi dari penggunaan bahan bakar atau konsumsi energi. Untuk konsumsi energi menggunakan pemakaian listrik dan penggunaan bahan berupa batu bara, gas alam, dan solar. Penelitian ini mengambil 21 sampel lokasi industri di Karang Pilang Surabaya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan beban emisi menggunakan data industri berupa konsumsi energi yang terdiri dari pemakaian listrik, penggunaan bahan bakar batu bara, gas alam, dan solar. Data tersebut berasal dari Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya Tahun 2015, sedangkan faktor emisi menggunakan nilai dari NREL (*National Renewable Energy Laboratory*) USA. Tabel 2 merupakan rekapitulasi beban emisi SO₂ dan NO_x dari kegiatan industri di Karang Pilang Surabaya, sedangkan Tabel 3 adalah data industri yang mempunyai peralatan pengendali pencemar udara.

Perhitungan beban emisi menggunakan persamaan (1), apabila industri sudah mempunyai peralatan pengendali pencemar udara maka menggunakan persamaan (2).

Contoh:

Beban emisi SO₂ dari industri korek api:

Pemakaian listrik = 210000 kwh/bulan

Faktor emisi SO₂ listrik = 0,00389 kg/kwh

Penggunaan solar = 4500 L/bulan

Faktor emisi SO₂ solar = 0,00479 kg

$$Q = \left(\frac{210000 \frac{kwh}{bln} \times 0,00389 \frac{kg}{kwh} \times 12 \frac{bln}{thn}}{1000 \frac{kg}{ton}} \right) + \left(\frac{4500 \frac{L}{bln} \times 0,00479 \frac{kg}{L} \times 12 \frac{bln}{thn}}{1000 L \times 1000 \frac{kg}{ton}} \right)$$

$$Q = 10,06 \frac{ton}{tahun}$$

Tabel 2. Rekapitulasi beban emisi SO₂ dan NO_x dari kegiatan industri di Karang Pilang Surabaya

NO	Jenis Industri	Konsumsi Energi				Beban Emisi (Q) (ton/tahun)	
		Listrik (kwh/bln)	Batu Bara (kg/hr)	Gas Alam (m ³ /hr)	Solar (L/bln)	SO ₂	NO _x
1	Industri bumbu makanan	10500	-	-	-	0,49	0,17
2	Industri korek api	210000	-	-	4500	10,06	3,47
3	Industri saos	1590	-	640	-	0,074	0,026
4	Industri genteng	5910	1600	-	-	7,71	3,54
5	Industri minyak goreng	26640	-	-	5000	1,53	0,48
6	Industri sandal	3150	-	-	780	0,19	0,06
7	Industri sepatu boots	60000	-	-	-	2,80	0,98
8	Industri kertas	45000	13333	-	-	64,02	29,39
9	Industri peralatan dapur	72600	-	4200	990	3,45	1,20
10	Industri semen dan batu tahan api	10350	-	-	18000	1,52	0,33
11	Industri kemasan plastik	400000	-	-	-	18,67	6,53
12	Industri karet gelang	5910	500	-	-	0,52	0,23
13	Industri furnitur kayu	5910	-	-	200	0,29	0,10
14	Industri pipa baja	395687	-	3536	7065	18,88	6,52
15	Industri genteng	5910	-	1000	-	0,276	0,097
16	Industri conveyor belt	51900	2000	-	1000	2,35	1,03
17	Industri baja	743	-	7430	7471	0,46	0,09
18	Industri minyak kelapa	30000	10000	50000	-	47,8	22,0
19	Industri arang briket	313520	-	-	-	2,93	1,02
20	Industri farmasi	1350000	-	-	-	63,02	22,03
21	Industri keramik	8000	-	190000	-	0,374	0,252
TOTAL						247,45	99,56

Industri farmasi merupakan industri dengan konsumsi energi listrik terbesar sedangkan konsumsi energi berupa batu bara terbesar adalah industri kertas. Untuk konsumsi gas alam terbesar adalah industri keramik dan konsumsi solar terbesar adalah industri semen dan batu tahan api (Tabel 2). Industri di karang pilang yang sudah mempunyai peralatan pengendali pencemar udara sebanyak 7 industri (Tabel 3) dari 21 lokasi sampel industri. Peralatan pengendali untuk gas buang adalah *scrubber*, sedangkan peralatan pengendali untuk partikulat adalah *cyclone*, *dust collector* dan *electrostatic precipitator* (ESP). Studi ini menghitung emisi SO₂ dan NO_x sehingga perhitungan efisiensi pengendalian pencemar udara yang sesuai yaitu industri yang menggunakan peralatan pengendali untuk gas buang. Industri tersebut adalah industri karet gelang, industri conveyor belt, dan industri arang briket.

Tabel 3. Industri di Karang Pilang yang mempunyai peralatan pengendali gas buang/partikulat

NO	Jenis Industri	Peralatan Pengendali Gas Buang/Partikulat
1	Industri Korek Api	<i>Cyclone</i>
2	Industri sepatu boots	<i>Dust Collector</i>
3	Industri kertas	<i>ESP</i>
4	Industri karet gelang	<i>Scrubber</i>
5	Industri conveyor belt	<i>Scrubber</i>
6	Industri baja	<i>Dust Collector</i>
7	Industri arang briket	<i>Scrubber</i>

Tabel 2 menunjukkan bahwa total emisi SO_2 dari kegiatan industri di Karang Pilang Surabaya adalah 247,45 ton/tahun dan NO_x sebesar 99,56 ton/tahun. Industri kertas merupakan penghasil emisi SO_2 dan NO_x terbesar dari kegiatan industri di Karang Pilang Surabaya. Tabel 4 merupakan hasil perhitungan beban emisi SO_2 dan NO_x tiap konsumsi energi.

Tabel 4. Beban emisi SO_2 dan NO_x tiap konsumsi energi

No	Konsumsi Energi	Beban Emisi SO_2 (ton/tahun)	Beban Emisi NO_x (ton/tahun)
1	Listrik	126,79	44,33
2	Batu Bara	118,11	54,66
3	Gas Alam	0,00093	0,16456
4	Solar	2,54	0,41

Tabel 4 menunjukkan bahwa emisi SO_2 dari kegiatan industri terbesar di Karang Pilang Surabaya berasal dari pemakaian listrik yaitu sebesar 126,79 ton/tahun, sedangkan emisi NO_x lebih banyak dihasilkan dari konsumsi energi berupa batu bara yaitu sebesar 99,56 ton/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan industri yang membutuhkan listrik besar berdampak pada meningkatnya emisi SO_2 di Kawasan Industri Karang Pilang Surabaya. Selain itu konsumsi energi berupa batu bara turut andil dalam menghasilkan emisi NO_x yang besar di Kawasan Industri Karang Pilang Surabaya.

KESIMPULAN

Kegiatan industri di Karang Pilang Surabaya menghasilkan total emisi SO_2 sebesar 247,45 ton/tahun dan NO_x sebesar 99,56 ton/tahun. Emisi SO_2 terbesar berasal dari pemakaian listrik dengan nilai emisi 126,79 ton/tahun, sedangkan emisi NO_x terbesar berasal dari konsumsi energi berupa batu bara yaitu sebesar 99,56 ton/tahun. Tidak semua industri di Karang Pilang Surabaya mempunyai peralatan pengendali pencemar udara. Oleh karena itu, studi ini menyarankan industri harus mempunyai peralatan pengendali pencemar udara sehingga kualitas udara bisa terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nevers, N. D. 2000. *Air Pollution Control Engineering 2nd Edition*. McGraw-Hill Internasional. Singapore.
- [2] Nana, B., Sanogo, O., Savadogo, P. W., Daho, T., Bouda, M., dan Koulidiati, J. 2012. *Air Quality Study in Urban Centers: Case Study of Ouagadougou, Burkina Faso*. Futy Journal of the Enviromnent, 7, 1597-8826.
- [3] Zhou, M., He, G., Liu, Y., Yin, P., Li, Y., Kan, H., Fan, M., Xue, A., dan Fan, M. 2015. *The Association Between Ambient Air Pollution and Adult Respiratory Mortality in 32 Major Chinese Cities, 2006-2010*. Environmental Research, 137, 278-286.
- [4] Sabri, A. A. 2011. *Mathematical Model for The Study Effects of Meteorolofical Conditions on Dispersion of Pollutants in Air*. Diyala Journal of Engineering Sciences, 4, 150-165.
- [5] Gibson, M. D., Kundu, S., Satish, M. 2013. *Dispersion Model Evaluation of PM_{2.5}, NO_x, SO₂, from Point and Major Line Sources in Nova Scotia, Canada Using AERMOD Gaussian Plume Air Dispersion Model*. Atmospheric Pollution Research, 4, 157-167.
- [6] Chiou, Y. C., Chiou, Y. S., Hsieh, C. W. 2013. *An Integrated Emission and Dispersion Model under Mixed Traffic Conditions*. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 10, 1786-1796.
- [7] Barman, S. C., Kumar, N., Singh, R., Kisku, G. C., Khan, A. H., Kidwai, M. M., Murthy, R. C., Negi, M. P. S., Pandey, P., Verma, A. K., Jain, G., Bhargava, S. K. 2010. *Assesment of Urban Air Pollution and It's Probable Healt Impact*. Journal of Environmental Biology, 31, 913-920.
- [8] Sutanto dan Iryani, A. 2011. *Hujan Asam dan Perubahan Kadar Nitrat dan Sulfat dalam Air Sumur di Wilayah Industri Cibirong-Citeureup Bogor*. Jurnal Teknologi Pengolahan Limbah, 14, 1-9.
- [9] Nana, B., Sanogo, O., Savadogo, P. W., Daho, T., Bouda, M., Koulidiati, J. 2012. *Air Quality in Urban Centers: Case Study of Ouagadougou, Burkina Faso*. Futy Journal of the Environment, 7, 1-18.
- [10] Zhou, M., He, G., Liu, Y., Yin, P., Li, Y., Kan, H., Fan, M., Zue, A., Fan, M. 2015. *The Associations Between Ambient Air Pollution and Adult Respiratory Mortality in 32 Major Chinese Cities, 2006-2010*. Environmental Research, 137, 278-286.
- [11] Vallero, Daniel. 2008. *Fundamental of Air Pollution 4th Edition*. Academic Press. USA.
- [12] Deru, M. dan Torcellini, P. 2007. *Source Energy and Emission Factors for Energy Use in Buildings*. National Renewable Energy Laboratory. USA.